

INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent number: JP2001207879

Publication date: 2001-08-03

Inventor: UENO TARO

Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD

Classification:


- International: F02D13/02; F01L9/04; F01L13/00; F02D13/06;
F02D17/00; F02D41/04; F02D43/00; F02D45/00

- european:

Application number: JP20000017122 20000126

Priority number(s):

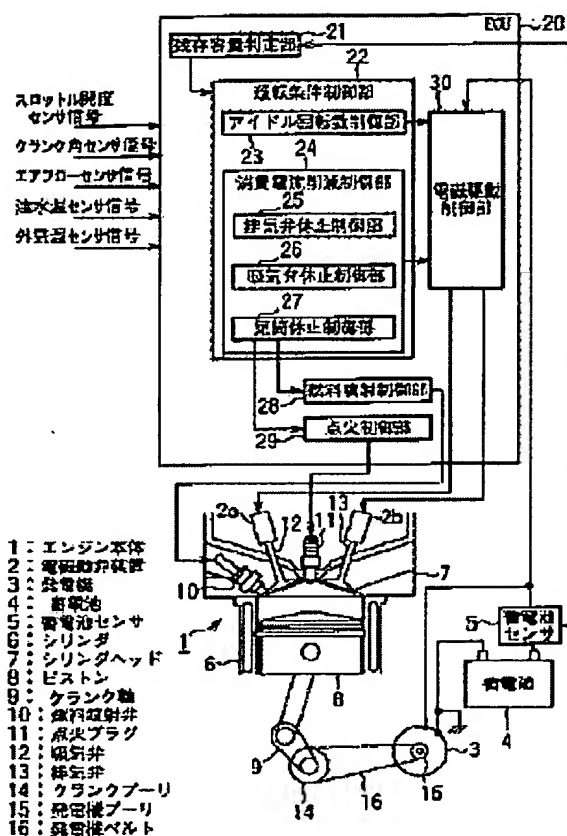
Also published as:

 JP2001207879 (A)

Abstract of JP2001207879

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an internal combustion engine restartable without causing battery exhaustion at traveling time while securing vehicle mounting performance and engine rotating performance of a generator.

SOLUTION: Electric power is supplied to solenoid valve system devices 2 (2a, 2b) for driving an intake valve 12 or an exhaust valve 13 by a storage battery 4 and the generator 3. The generator 3 is driven by a crankshaft 9 to charge the storage battery 4. When a residual capacity judging part 21 judges that residual capacity of the storage battery 4 is not more than specified capacity on the basis of a signal of a storage battery sensor 5, when an engine is in a low rotation area, an idle speed control part 23 increases an idle speed to enhance power generation capacity, and when the idle speed is in a high rotation area, an electric current consumption reducing control part 24 rests one of the exhaust valve, and rests one of the intake valve to reduce electric current consumption by a rest of a cylinder to charge the storage battery 4 from the generator 3.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-207879

(P2001-207879A)

(43) 公開日 平成13年8月3日 (2001.8.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコト* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	H 3 G 0 1 8
			J 3 G 0 8 4
F 0 1 L 9/04		F 0 1 L 9/04	A 3 G 0 9 2
13/00	3 0 2	13/00	3 0 2 F 3 G 3 0 1
F 0 2 D 13/06		F 0 2 D 13/06	C
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-17122(P2000-17122)

(22) 出願日 平成12年1月26日 (2000.1.26)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 上野 太郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

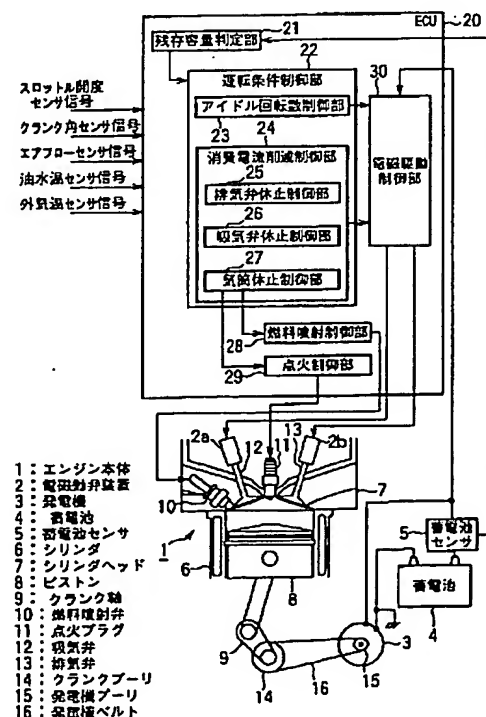
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 発電機の車両搭載性及び機関回転性能を確保した上で、走行中にバッテリー上がりを生じることなく、かつ再始動も可能な内燃機関を提供する。

【解決手段】 吸気弁12又は排気弁13を駆動する電磁動弁装置2(2a, 2b)は、蓄電池4及び発電機3により電力が供給される。発電機3はクランク軸9で駆動され、蓄電池4を充電することができる。蓄電池センサ5の信号に基づいて残存容量判定部21が蓄電池4の残存容量が規定容量以下と判定したとき、機関が低回転域であれば、アイドル回転数制御部23がアイドル回転数を増加させて発電能力を高め、回転数が高回転域であれば、消費電流削減制御部24が排気弁片方休止、吸気弁片方休止、気筒休止により消費電流を削減させ、発電機3から蓄電池4へ充電させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気弁又は排気弁を電磁力により開閉する電磁動弁装置を備えた内燃機関において、前記電磁動弁装置に電力を供給する蓄電池と、前記内燃機関により駆動され前記電磁動弁装置に電力を供給するとともに前記蓄電池を充電する発電機と、前記蓄電池の残存容量を推定するとともに該残存容量が規定容量以下か否かを判定する残存容量判定手段と、前記残存容量判定手段が前記蓄電池の残存容量を規定容量以下と判定したとき、前記内燃機関の運転条件を変化させて、前記蓄電池からの放電を停止又は該蓄電池に充電させるように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関。

【請求項2】 前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を上回る高回転であれば、前記吸排気弁の少なくとも一部を休止、または前記内燃機関の回転数を、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を下回る回転数まで低下させて、前記電磁動弁装置の消費電力を低下させるように制御することを特徴とする請求項1記載の内燃機関。

【請求項3】 前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を低下させる場合、燃料カット、点火カット、スロットル開度の減少、前記電磁動弁装置によるバルブタイミングの変化、吸気弁又は排気弁の少なくとも一部の休止、のいずれか1つ又はこれらの任意の組合せにより前記内燃機関の回転数を低下させることを特徴とする請求項2記載の内燃機関。

【請求項4】 前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を上回る低回転であれば、前記内燃機関の回転数を、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を下回る回転数まで増加させて、前記発電機出力を増大させるように制御することを特徴とする請求項1記載の内燃機関。

【請求項5】 前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を増加させる場合、スロットル開度の増加、または前記電磁動弁装置によるバルブタイミングを変化させて前記内燃機関の回転数を増加させることを特徴とする請求項4記載の内燃機関。

【請求項6】 前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電電流及び充電電流の時間積分に基づいて残存容量を推定することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の内燃機関。

【請求項7】 前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電時の電流及び電圧と温度とに基づいて残存容量を推定することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の内燃機関。

【請求項8】 前記残存容量判定手段は、前記規定容量を周囲温度またはその履歴により補正することを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、吸排気弁を電磁気的に開閉する電磁動弁装置を備えた内燃機関に係り、特に、この電磁動弁装置に電力を供給する発電機及び蓄電池を含めて電力収支を制御する内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、内燃機関の吸排気バルブを現在主流であるカム駆動に変えて電動で駆動する構成が提案されている。吸排気バルブを電動駆動する構成によれば、カムシャフト等の回転機構を省略することができると共に、バルブタイミングの変更が容易であることから、内燃機関の運転状態に応じた理想的な開閉弁タイミングを任意に設定可能となり、出力特性、及び燃費特性を改善することが可能となる。

【0003】そして、吸排気バルブの電動駆動装置としては電磁石を用いた電磁アクチュエータによる構成が提案されている。この電磁動弁装置の構成は、例えば特開昭57-44716号公報に開示されている。この構成のアクチュエータにおいては、可動部をバルブの開弁方向に付勢するスプリングと可動部を閉弁方向に付勢するスプリングの2つのスプリングを有し、さらに可動部をそれぞれバルブの開弁方向と閉弁方向とに吸引する2つの電磁石を有している。

【0004】この場合、可動部とバルブからなる可動系は、電磁石に電流が流れていない場合には2つのスプリングのバネ力により、2つの電磁石の吸引面からそれぞれ所定の位置だけ離間した中立位置に保持され、また開弁側または閉弁側のどちらか一方の電磁石に電流が通電すると、その際に生じる電磁吸引力により、吸引力がスプリングのばね力に打ち勝って一方の電磁石側に引き寄せられることになる。

【0005】この状態で電磁石の電流を遮断すると、今度はスプリングのばね力により可動系は中立位置を一旦通過して他方の電磁石に接近する。このとき他方の電磁石に電流を流しておく可動系は他方の電磁石に吸引されることになる。

【0006】このようにして2つの電磁石の電流の通電、遮断動作に従って可動部を所定の変位幅だけ変位させることを可能にしており、この変位を利用してバルブの開弁状態と閉弁状態とを切り替えている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の電磁動弁装置を備えた内燃機関においては、通常の内燃機関の消費電流に電磁動弁装置の消費電流が追加されるため、従来より大容量の発電機が必要となるが、一般

に大容量の発電機は発電開始する回転数、即ちカットイン回転数が高いために、アイドル回転数付近では、発電しない又は発電量が少ないために蓄電池が放電状態となり、この放電状態が継続するとバッテリー上がりとなったり、再始動できなくなるという問題点があった。

【0008】また電磁動弁装置は、機関回転数の増加に伴って、保持（ホールド）電流より電流値の大きい作動（キャッチング）電流の時間率が増加するので、平均消費電流が増大する。このため、最高回転数においても発電機出力から電磁動弁装置へ消費電流を供給しようとするれば、更に大容量の発電機が必要になり、発電機の寸法及び重量が増加して車両搭載性が困難になるという問題点があった。

【0009】また高回転時の消費電流に満たない容量の発電機を使用すると、機関高回転時に蓄電池の放電状態が継続するので、走行中にバッテリー上がりが生じたり、機関停止後蓄電容量不足のために再始動できなくなる問題点が生じる。

【0010】以上の問題点を図示すると図10となる。電磁動弁装置を備えた内燃機関を搭載した車両の消費電流は、回転数の上昇に伴って直線的に増加するのに対して、発電電流は、発電開始回転数から立ち上がり、或る程度の回転数までは、消費電流を超えることができない。さらに高回転域では、発電電流は頭打ちとなり、再び消費電流を下回る。

【0011】以上の問題点に鑑み本発明の課題は、発電機の車両搭載性及び機関回転性を確保した上で、走行中にバッテリー上がりを生じることなく、かつ再始動も可能な内燃機関を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1記載の発明は、吸気弁又は排気弁を電磁力により開閉する電磁動弁装置を備えた内燃機関において、前記電磁動弁装置に電力を供給する蓄電池と、前記内燃機関により駆動され前記電磁動弁装置に電力を供給するとともに前記蓄電池を充電する発電機と、前記蓄電池の残存容量を推定するとともに該残存容量が規定容量以下か否かを判定する残存容量判定手段と、前記残存容量判定手段が前記蓄電池の残存容量を規定容量以下と判定したとき、前記内燃機関の運転条件を変化させて、前記蓄電池からの放電を停止又は該蓄電池に充電させるように制御する制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【0013】上記目的を達成するため請求項2記載の発明は、請求項1記載の内燃機関において、前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が、前記電磁動弁装置の消費電流が前記発電機の供給電力を上回る高回転であれば、前記吸排気弁の少なくとも一部を休止、または前記内燃機関の回転数を、前記電磁動弁装置の消費電流が前記発電機の供給電力を下回る回転数まで低下させて、前記電

磁動弁装置の消費電力を低下させるように制御することを要旨とする。

【0014】上記目的を達成するため請求項3記載の発明は、請求項2記載の内燃機関において、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を低下させる場合、燃料カット、点火カット、スロットル開度の減少、前記電磁動弁装置によるバルブタイミングの変化、吸気弁又は排気弁の少なくとも一部の休止、のいずれか1つ又はこれらの任意の組合せにより前記内燃機関の回転数を低下させることを要旨とする。

【0015】上記目的を達成するため請求項4記載の発明は、請求項1記載の内燃機関において、前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を上回る低回転であれば、前記内燃機関の回転数を、前記電磁動弁装置の消費電力が前記発電機の供給電力を下回る回転数まで増加させて、前記発電機出力を増大させるように制御することを要旨とする。

【0016】上記目的を達成するため請求項5記載の発明は、請求項4記載の内燃機関において、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を増加させる場合、スロットル開度の増加、または前記電磁動弁装置によるバルブタイミングを変化させて前記内燃機関の回転数を増加させることを要旨とする。

【0017】上記目的を達成するため請求項6記載の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の内燃機関において、前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電電流及び充電電流の時間積分に基づいて残存容量を推定することを要旨とする。上記目的を達成するため請求項7記載の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の内燃機関において、前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電時の電流及び電圧と温度とに基づいて残存容量を推定することを要旨とする。

【0018】上記目的を達成するため請求項8記載の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載の内燃機関において、前記残存容量判定手段は、前記規定容量を周囲温度またはその履歴により補正することを要旨とする。

【0019】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、吸気弁又は排気弁を電磁力により開閉する電磁動弁装置を備えた内燃機関において、前記電磁動弁装置に電力を供給する蓄電池と、前記内燃機関により駆動され前記電磁動弁装置に電力を供給するとともに前記蓄電池を充電する発電機と、前記蓄電池の残存容量を推定するとともに該残存容量が規定容量以下か否かを判定する残存容量判定手段と、前記残存容量判定手段が前記蓄電池の残存容量を規定容量以下と判定したとき、前記内燃機関の運転条件を変化させて、前記蓄電池からの放電を停止又は該蓄電池

に充電させるように制御する制御手段と、を備えたことにより、全域充電可能な大容量の発電機を備えなくても、蓄電池の残存容量が十分にある場合には、内燃機関本来の性能を発揮させると共に、蓄電池の残存容量が規定容量以下となった場合には、これ以上の放電を停止、又は充電してバッテリー上がりを防止し、再始動のための残存容量を確保することができるという効果がある。

【0020】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が高回転であれば、前記内燃機関の回転数を低下、または前記吸排気弁の少なくとも一部を休止させて、前記電磁動弁装置の消費電力を低下させるようにしたので、全域充電可能な大容量の発電機を備えなくても、蓄電池の残存容量が十分にある場合には、内燃機関本来の高速性能を発揮させることができると共に、蓄電池の残存容量が規定容量より低下した場合には、機関回転数の低下または一部の弁休止により電磁動弁装置の消費電力を発電機の供給電力より低下させてバッテリー上がりを防止し、再始動のための蓄電池の残存容量を確保することができるという効果がある。

【0021】請求項3記載の発明によれば、請求項2記載の発明の効果に加えて、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を低下させる場合、燃料カット、点火カット、スロットル開度の減少、前記電磁動弁装置によるバルブタイミングの変化、吸気弁又は排気弁の少なくとも一部の休止、のいずれか1つ又はこれらの任意の組合せにより前記内燃機関の回転数を低下させるようにしたので、追加的な装置を設けることなく、従来の制御プログラムの小変更で蓄電池の残存容量低下に対応することができるという効果がある。

【0022】請求項4記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、前記残存容量判定手段が規定容量以下と判定したとき、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数が低回転であれば、前記内燃機関の回転数を増加させて前記発電機出力を増大させるようにしたので、蓄電池の残存容量が十分ある場合には、アイドル回転数を低回転に保ち、省燃費及び低騒音を維持するとともに、蓄電池の残存容量が低下した場合には、機関回転数を高めて発電機の供給電力を電磁動弁装置の消費電力より増大させ、バッテリー上がりを防止すると共に、再始動のための蓄電池の残存容量を確保することができるという効果がある。

【0023】請求項5記載の発明によれば、請求項4記載の発明の効果に加えて、前記制御手段は、前記内燃機関の回転数を増加させる場合、スロットル開度の増加、または前記電磁動弁装置によるバルブタイミングを変化させて前記内燃機関の回転数を増加させるようにしたので、追加的な装置を設けることなく、従来の制御プログラムの小変更で蓄電池の残存容量低下に対応することが

できるという効果がある。

【0024】請求項6記載の発明によれば、請求項1ないし請求項5記載の発明の効果に加えて、前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電電流及び充電電流の時間積分に基づいて残存容量を推定するようにしたので、正確な残存容量に基づいて制御を行うことができるという効果がある。

【0025】請求項7記載の発明によれば、請求項1ないし請求項5記載の発明の効果に加えて、前記残存容量判定手段は、前記蓄電池の放電時の電流及び電圧と温度とに基づいて残存容量を推定するようにしたので、何等かの障害等により充放電電流の時間積分が正しく行えなくても残存容量を推定することができるという効果がある。

【0026】請求項8記載の発明によれば、請求項1ないし請求項7記載の発明の効果に加えて、前記残存容量判定手段は、前記規定容量を周囲温度またはその履歴により補正するようにしたので、機関始動時に大電流を長時間要する寒冷地や厳冬期においても再始動用の残存容量を確保できるという効果がある。

【0027】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明に係る内燃機関を車両に搭載した実施形態の構成を示すシステム構成図である。本実施形態は、アイドル回転を含む低回転域及び高速回転域において、蓄電池の残存容量が規定容量を超える場合には、電磁動弁装置分を含む車両消費電流を発電機と蓄電池とが協働して供給し、蓄電池の残存容量が規定以下となった場合には、機関運転条件を変化させて電磁動弁装置の消費電流を低減または発電機の発電出力を増大させて、蓄電池の放電を停止または充電状態となるように制御し、機関再始動用の残存容量を確保する点に特徴がある。

【0028】図1において、実施形態の内燃機関は、エンジン本体1と、電磁動弁装置2と、エンジン本体1により回転駆動され電磁動弁装置2及びその他の負荷に電力を供給する発電機3と、発電機3が停止中または発電電力が不足するとき電力を供給するとともに発電機3により充電される蓄電池4と、蓄電池4の状態を検知する蓄電池センサ5と、内燃機関全体及び電磁動弁装置2を制御する電子制御装置（以下、ECUと略す）20とを備えている。

【0029】発電機3は、例えば車両用のオルタネータを用い、全ての機関回転数において、消費電流を賄うだけの発電能力を必要としないが、通常の走行条件で利用される回転数領域では、発電能力が消費電流を上回るものである。

【0030】蓄電池4は、特に限定されないが、通常の車両用蓄電池に用いられる鉛蓄電池を用いているが、容量的には余裕のあるものを選択する。

【0031】エンジン本体1は、シリンダ6と、シリンダヘッド7と、ピストン8と、クランク軸9と、燃料噴射弁10と、点火プラグ11と、吸気弁12と、吸気弁12を開閉駆動する電磁動弁装置2aと、排気弁13と、排気弁13を開閉駆動する電磁動弁装置2bと、を備えている。エンジン本体1の構成要素のうち、電磁動弁装置2a、2b以外は、通常のエンジン構成要素である。尚、電磁動弁装置2a、2bをまとめて符号2でも示している。また、吸気弁12及び排気弁13は、特に限定されないが、それぞれ2弁づつ各気筒に設けられていることとする。

【0032】またクランク軸9の前端部にはクランクプーリー14が設けられ、発電機3の軸には発電機プーリー15が設けられ、両プーリー14、15には、発電機ベルト16が掛け回されて、クランク軸9の回転により発電機3が回転駆動され、発電可能となっている。

【0033】図1において、ECU20は、蓄電池センサ5からの信号に基づいて蓄電池4の残存容量が規定容量以下か否かを判定する残存容量判定部21と、この残存容量判定部21の判定結果に基づいて機関運転条件を変化させる運転条件制御部22と、運転条件制御部22からの燃料カット指示に従って気筒毎の燃料カットを行

$$Q = \int k [I_c] dt - \int [I_d] dt + Q_0 \quad \cdots (1)$$

ここで、充電電流 I_c 、充放電効率 k 、放電電流 I_d 、初期容量 Q_0 である。充放電効率 k は、充電した電荷量に対する放電可能な電荷量であり、蓄電池の種類や劣化度に応じて変化するが、一般に0.9～0.8程度の値である。

【0038】また、ある程度放電電流 I_d が大きい場合には、その放電電流 I_d の値及びその時の蓄電池4の端子電圧 E に基づいて、蓄電池4の残存容量を推定することができる。

【0039】図8は、鉛電池のセル当たりの端子電圧及び放電電流（公称容量 C で正規化）による残存容量マップの例である。このようなマップを予め記憶しておくことにより、放電電流値とそのときの蓄電池の端子電圧値とからマップを検索して、残存容量を推定することができる。何等かの理由で、充放電電流の積分による残存容量算出に不具合が生じた場合、或いは残存容量の2重監視の意味で、放電電流値と端子電圧により残存容量を推定してもよい。さらに端子電圧の最低値を温度の関数として記憶しておき、端子電圧によって残存容量を推定してもよい。

【0040】また、鉛蓄電池の電解液比重 ρ と残存容量とは、ほぼ正比例の関係にあることが知られている。例えば、図9に示すように、電解液比重 ρ から残存容量を求めることができる。

【0041】この電解液比重は、例えば、電解液に浮かせた浮標の液面からの高さや、電解液の屈折率、即ち透明な媒質から電解液に入射した光の屈折角度に基づいて

うことのできる燃料噴射制御部28と、燃料カット指示された気筒の点火を停止させることのできる点火制御部29と、運転条件制御部22からの指示に従って電磁動弁装置2のバルブタイミング及びバルブ動作休止を制御することができる電磁駆動制御部30とを備えている。

【0034】ECU20には、図外のスロットルセンサ、クランク角センサ、エアフローセンサ、油水温センサ等から各種計測値が入力され、通常の内燃機関制御として、機関回転数及び負荷に応じた制御ができるようになっている。

【0035】蓄電池センサ5と残存容量判定部21とは、協働して蓄電池4の残存容量を推定するための情報を収集し、残存容量判定部21が推定された残存容量と規定容量とを比較して、残存容量が規定容量以下か否かを判定する。

【0036】蓄電池センサ5としては、蓄電池4の充電電流 I_c 及び放電電流 I_d を測定可能な電流検出センサを設け、残存容量判定部21において、以下の式(1)に従って残存容量 Q を推定することができる。

【0037】

【数1】

測定することができる。このような電解液比重を検出する蓄電池センサを設けてもよい。

【0042】運転条件制御部22は、機関回転数が低い場合にアイドル回転数を上昇させることにより運転条件を変化させるアイドル回転数制御部23と、機関回転数が高い場合に電磁動弁装置2の消費電流を削減するように運転条件を変化させる消費電流削減制御部24とを備えており、消費電流削減制御部24は、排気弁休止制御部25、吸気弁休止制御部26、気筒休止制御部27を備えている。

【0043】ECU20は、配線論理によるハードウェアとして実現することもできるが、電磁動弁装置の電磁石電流を供給するための大電流制御が必要な電磁駆動制御部30以外は、マイクロプロセッサ等を用いてプログラム論理により実現することもできる。以下の説明では、マイクロプロセッサ等を用いてプログラム論理により実現したものとして説明する。

【0044】次に、図2ないし図7のフローチャートを参照して、ECU20の動作を詳細に説明する。

【0045】

【数2】まず使用する記号を列挙する。

【0046】

n : 機関回転数

n_1 : 回転域判定用回転数

Q : 蓄電池の残存容量

Q_1 : 規定容量（最小確保容量）

Q_2 : 定常復帰判定容量（ $Q_2 > Q_1$ ）

EB : 蓄電池電圧

IB : 蓄電池電流 (－: 放電, ＋: 充電)

k : 充放電効率

△T : 前回の残存容量更新時から今回までの経過時間である。

【0047】図2は、全体の動作を説明する概略フローチャートである。概略フローチャートを要約すると以下の通りである。ECU20は、機関回転数 n を判定し、低回転時と高回転時で制御を分ける。低回転時には蓄電池の残存容量が規定容量以下となれば、発電機による発電量を増加させて蓄電池の放電を停止させるか或いは充電状態とすべく、アイドル回転数を上昇させるように制御する。

【0048】高回転時には蓄電池の残存容量が規定容量以下となれば、電磁動弁装置の消費電力を低下させて、消費電力を発電機の出力で全て賄い、蓄電池の放電を停止させるか或いは充電状態とする。このため、吸気弁それぞれ2弁を有する各気筒の排気弁片方休止、吸気弁片方休止、気筒休止と段階を経て、消費電力と発電電力が均衡するまで休止弁を増加させる制御を行う。或いは残存容量が規定容量を一定量超えるまで、運転条件を変更した状態を継続させる制御を行う。

【0049】図2において、まずクランク角センサ信号が入力される(ステップ102、以下ステップをSと略す)。次いで、クランク角センサ信号に基づいて機関回転数 n を計算する(S104)。次いで、発電機の性能と車両の消費電力とで定まる或る機関回転数 $n1$ と n とを比較する(S106)。

【0050】 $n1 < n$ でなければ、発電機の出力が不足しやすい低回転域であると判断し、蓄電池の残存容量 Q を更新し(S108)、更新された残存容量 Q が規定容量 $Q1$ を超えるか否かを判定する(S110)。規定容量 $Q1$ は、機関停止後の再始動に必要な残存容量より多い規定の容量であり、コールドスタート時の消費電流及び完爆までの時間を考慮して決定された定数である。

尚、規定容量 $Q1$ は、現在の外気温度、或いは過去の一定期間中の最低外気温により変化させてもよい。

【0051】S110の判定で、残存容量 Q が規定容量 $Q1$ 以下であれば、スロットル開度の増加、バルブタイミングの変更による吸気量増加等により、例えばアイドル回転数を所定回転数だけ増加させる制御を行う(S112)。そして、再度残存容量を更新し(S114)、このときに検出された蓄電池電流 IB が0又は正であるか否かを判定する(S116)。蓄電池電流 IB が0又は正(+)であれば、アイドルアップの結果、蓄電池の放電が停止又は充電状態となったと判定して、処理を終了する。

【0052】S116の判定で、蓄電池電流 IB が負(－)であれば、放電状態が継続しているので、更にアイドル回転数を増加させるべく、S112へ分岐する。

こうして、発電機出力が消費電流と等しくなるか上回り、蓄電池の放電が停止、または充電状態となるまで、アイドル回転数は増加させられる。この結果、残存容量 Q は $Q1$ より低下することではなく、再始動用の残存容量が確保される。

【0053】S106の判定で n が $n1$ を超えていれば、電磁動弁装置の消費電流が多い高回転域であると判断し、蓄電池の残存容量 Q を更新し(S118)、更新された残存容量 Q が規定容量 $Q1$ を超えるか否かを判定する(S120)。

【0054】S120の判定で、残存容量 Q が規定容量 $Q1$ 以下であれば、電磁動弁装置の消費電流削減制御を行う(S122)。そして、再度残存容量を更新し(S124)、このときに検出された蓄電池電流 IB が0又は正であるか否かを判定する(S126)。蓄電池電流 IB が0又は正(+)であれば、消費電流削減制御の結果、蓄電池の放電が停止又は充電状態となったと判定して、処理を終了する。

【0055】S126の判定で、蓄電池電流 IB が負(－)であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電流を削減すべく、S122へ分岐する。こうして、発電機出力が消費電流と等しくなるか上回り、蓄電池の放電が停止、または充電状態となるまで、電磁動弁装置の消費電流は削減される。この結果、残存容量 Q は $Q1$ より低下することではなく、再始動用の残存容量が確保される。

【0056】図3は、残存容量 Q の更新ルーチンの詳細を示すフローチャートである。まず、蓄電池センサ(図1の符号5)により、蓄電池電圧 EB と、蓄電池電流 IB とを検出し、これらの一時記憶値を更新する(S130)。次いで、 IB の極性を判定し(S132)、 $IB \leq 0$ なら、蓄電池は放電しているとして、 $Q = Q + IB \times \Delta T$ の式により、残存容量を更新し(S134)、リターンする。 ΔT は、前回の残存容量更新時から今回までの経過時間である。

【0057】 $0 < IB$ なら、蓄電池は充電しているとして、 $Q = Q + k IB \times \Delta T$ の式により、残存容量を更新し(S136)、リターンする。ここで、 k は前述した充放電効率である。

【0058】図4は、消費電流削減制御ルーチンを説明するフローチャートであり、図2のS122の詳細を説明するものである。図4において、まず残存容量 Q が更新され(S142)、 Q が規定容量 $Q1$ を超えているか否かが判定される(S144)。超えていれば、何も処理せずにリターンする。超えていなければ、残存容量 Q が規定容量 $Q1$ 以下であるので、排気弁休止制御を行う(S146)。この排気弁休止制御は、各気筒が有する2つの排気弁の片方を閉状態に保持し開閉動作をさせないことで消費電流を削減するものである。排気弁休止制御の対象となる気筒は機関の全気筒としてもよいし、一

部の気筒に限定してもよい。

【0059】排気弁休止制御を吸気弁休止制御の前に行う理由は2つある。第1に、吸排気弁をそれぞれ2弁備えた内燃機関において、高温高圧の排気が通過する排気弁を片方休止する方が吸気弁を片方休止するのに比べて、吸排気効率の低下が少なく、従って片方休止時のトルク低下が小さく運転性の影響が小さいことである。

【0060】第2は、筒内圧に抗して排気弁を開くに要する力が吸気弁に比べて大きいこと、排気弁側のコイルスプリングが強化されており、このため排気弁側の電磁石が吸気弁側に比べて数倍の電流を消費していること、弁休止による消費電流削減効果が大きいことである。

【0061】次いで、残存容量Qが更新され(S148)、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される(S150)。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S166へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2 ($Q2 > Q1$) を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS148へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0062】S166の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の排気弁を作動復帰させる排気弁復帰制御を行い(S172)、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0063】ここで、第2の規定容量Q2は、 $Q2 = Q1$ とすることも可能であるが、この場合には、消費電力削減によるトルク低下と、運転状態復帰によるトルク回復とが頻繁に繰り返され、トルク変動による運転性悪化考えられる。従って、 $Q2 > Q1$ なる第2の規定容量Q2をS166の判定基準として用い、一定の残存容量増加まで休止からの復帰を遅らせている。

【0064】尚、S166の判定、及び以後のQ2の判定ステップに代えて、所定時間が経過したか否かを判定することによって、同様に運転性悪化を回避することができる。

【0065】S150の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、各気筒が有する2つの吸気弁の片方を閉状態に保持して休止させる吸気弁休止制御を行う(S152)。これにより吸気弁を休止した気筒はさらにトルクが低下するが燃焼は継続している。

【0066】次いで、残存容量Qが更新され(S154)、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される(S156)。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S168へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS154へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして

待機する。

【0067】S168の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の吸気弁を作動復帰させる吸気弁復帰制御を行い(S174)、さらにS172で排気弁復帰制御を行い、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0068】S156の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、気筒の吸排気弁を全て休止するとともに、燃料噴射及び点火を休止させる気筒休止制御を行う(S158)。これにより休止した気筒は燃焼を停止する。気筒休止の対象は、全気筒とすることもできるが、発電能力と電磁動弁装置の消費電力特性から考えて、一部の気筒休止で十分である。

【0069】次いで、残存容量Qが更新され(S160)、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される(S162)。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であるので、S170へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS160へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0070】S170の判定でQがQ2を超えていれば、休止した気筒の片方の吸排気弁作動を復帰させるとともに、燃料噴射、点火を復帰させる気筒復帰制御を行い(S176)、S174で吸気弁復帰制御を行い、さらにS172で排気弁復帰制御を行い通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0071】S162の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、発電機構に何等かの障害があると判定して充電警告灯等のアラーム点灯して(S164)、リターンする。

【0072】尚、図示しないが、弁休止または気筒休止を行う際に、休止の前後でバルブタイミングを変更してトルク段差を低減するようにしてもよい。例えば、電磁動弁装置に特有の柔軟なバルブタイミング設定機能を利用して、吸気弁閉時期(IVC)、排気弁閉時期(EVC)を早めて、吸気量を絞ったり、内部EGRを増加させて、トルクを或る程度低下させてから休止を行うことができる。

【0073】さらに、気筒休止する場合、稼働を継続する気筒の休止弁の作動復帰と同時に気筒休止を行うことで、トルク段差を低減させるように制御してもよい。

【0074】図5は、排気弁休止制御ルーチンの詳細を説明するフローチャートであり、4気筒エンジンの全気筒を排気弁休止制御の対象として、1気筒づつ排気弁の片方休止及び復帰をきめ細かに制御する場合を示している。

【0075】図5において、まず#1気筒の排気弁を片方休止し(S202)、残存容量Qが更新され(S204)、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される(S

206)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S226へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS204へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0076】S226の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の排気弁を作動復帰させる#1気筒排気弁復帰制御を行い(S234)、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0077】S206の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#2気筒の排気弁を片方休止し(S208)、残存容量Qが更新され(S210)、蓄電池電流IB が0以上か否かが判定される(S212)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S228へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS210へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0078】S228の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の排気弁を作動復帰させる#2気筒排気弁復帰制御(S236)、#1気筒排気弁復帰制御(S234)を順次行い、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0079】S212の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#3気筒の排気弁を片方休止し(S214)、残存容量Qが更新され(S216)、蓄電池電流IB が0以上か否かが判定される(S218)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S230へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS216へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0080】S230の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の排気弁を作動復帰させる#3気筒排気弁復帰制御(S238)、#2気筒排気弁復帰制御(S236)、#1気筒排気弁復帰制御(S234)を順次行い、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0081】S218の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#4気筒の排気弁を片方休止し(S220)、残存容量Qが更新され(S222)、蓄電池電流IB が0以上か否かが判定される(S224)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S232へ移り残

存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS222へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0082】S232の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の排気弁を作動復帰させる#4気筒排気弁復帰制御(S240)、#3気筒排気弁復帰制御(S238)、#2気筒排気弁復帰制御(S236)、#1気筒排気弁復帰制御(S234)を順次行い、通常の運転状態に戻ってリターンする。

【0083】S224の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、次の図6に示す吸気弁休止へ進む。

【0084】図6は、吸気弁休止制御ルーチンの詳細を説明するフローチャートであり、4気筒エンジンの全気筒を吸気弁休止制御の対象として、1気筒づつ吸気弁の片方休止及び復帰をきめ細かに制御する場合を示している。

【0085】図6において、まず#1気筒の吸気弁を片方休止し(S302)、残存容量Qが更新され(S304)、蓄電池電流IB が0以上か否かが判定される(S306)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S326へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS304へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0086】S326の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の吸気弁を作動復帰させる#1気筒吸気弁復帰制御を行い(S334)、排気弁休止の運転状態に戻ってリターンする。

【0087】S306の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#2気筒の吸気弁を片方休止し(S308)、残存容量Qが更新され(S310)、蓄電池電流IB が0以上か否かが判定される(S312)。IB が0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S328へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS310へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0088】S328の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の吸気弁を作動復帰させる#2気筒吸気弁復帰制御(S336)、#1気筒吸気弁復帰制御(S334)を順次行い、排気弁休止の運転状態に戻ってリターンする。

【0089】S312の判定で、IB が負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべ

く、#3気筒の吸気弁を片方休止し（S314）、残存容量Qが更新され（S316）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S318）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S330へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS316へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0090】S330の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の吸気弁を作動復帰させる#3気筒吸気弁復帰制御（S338）、#2気筒吸気弁復帰制御（S336）、#1気筒吸気弁復帰制御（S334）を順次行い、排気弁休止の運転状態に戻ってリターンする。

【0091】S318の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#4気筒の吸気弁を片方休止し（S320）、残存容量Qが更新され（S322）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S324）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S332へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS322へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0092】S332の判定でQがQ2を超えていれば、休止した片方の吸気弁を作動復帰させる#4気筒吸気弁復帰制御（S340）、#3気筒吸気弁復帰制御（S338）、#2気筒吸気弁復帰制御（S336）、#1気筒吸気弁復帰制御（S334）を順次行い、排気弁休止の運転状態に戻ってリターンする。

【0093】S324の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、次の図7に示す気筒休止へ進む。

【0094】図7は、気筒休止制御ルーチンの詳細を説明するフローチャートであり、4気筒エンジンの全気筒を気筒休止制御の対象として、1気筒づつ気筒休止及び復帰をきめ細かに制御する場合を示している。

【0095】図7において、まず#1気筒の残りの吸排気弁を休止するとともに燃料噴射及び点火を休止し（S402）、残存容量Qが更新され（S404）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S406）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S426へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS404へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0096】S426の判定でQがQ2を超えていれ

ば、休止した気筒を作動復帰させる#1気筒復帰制御を行い（S434）、吸排気弁がそれぞれ片方休止した運転状態に戻ってリターンする。

【0097】S406の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#2気筒の残りの吸排気弁を休止するとともに燃料噴射及び点火を休止し（S408）、残存容量Qが更新され（S410）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S412）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S428へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS410へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0098】S428の判定でQがQ2を超えていれば、休止した気筒を作動復帰させる#2気筒復帰制御（S436）、#1気筒復帰制御（S434）、を順次行い吸排気弁がそれぞれ片方休止した運転状態に戻ってリターンする。

【0099】S412の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#3気筒の残りの吸排気弁を休止するとともに燃料噴射及び点火を休止し（S414）、残存容量Qが更新され（S416）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S418）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S430へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS416へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0100】S430の判定でQがQ2を超えていれば、休止した気筒を作動復帰させる#3気筒復帰制御（S438）、#2気筒復帰制御（S436）、#1気筒復帰制御（S434）を順次行い、吸排気弁がそれぞれ片方休止した運転状態に戻ってリターンする。

【0101】S418の判定で、IBが負であれば、放電状態が継続しているので、更に消費電力を削減すべく、#4気筒の残りの吸排気弁を休止するとともに燃料噴射及び点火を休止し（S420）、残存容量Qが更新され（S422）、蓄電池電流IBが0以上か否かが判定される（S424）。IBが0以上であれば、蓄電池は放電を停止または充電中であり、これ以上の消費電力削減は不要であるので、S432へ移り残存容量Qが第2の規定容量であるQ2を超えているか否かを判定する。Q2を超えていなければ、充電が不十分としてS422へ移り、残存容量を更新しながらQがQ2を超えるまでループして待機する。

【0102】S432の判定でQがQ2を超えていれ

ば、休止した気筒を作動復帰させる#4気筒復帰制御(S440)、#3気筒復帰制御(S438)、#2気筒復帰制御(S436)、#1気筒復帰制御(S434)を順次行い、吸排気弁がそれぞれ片方休止した運転状態に戻ってリターンする。

【0103】S424の判定で、IBが負であれば、全気筒を休止しても放電状態が継続しているので、発電機構に障害があるとして、充電警告灯等のアラームを点灯して、リターンする。

【0104】以上説明したように本発明によれば、車両搭載性のよい発電機を使用して電磁動弁装置に電力を供給するとともに、運転条件への影響を最小限に抑制しながら走行中のバッテリー上がりを防止するとともに再始動能力を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内燃機関を車両に搭載した実施形態の構成を示すシステム構成図である。

【図2】実施形態の全体の動作を説明する概略フローチャートである。

【図3】実施形態における残存容量Qの更新ルーチンを説明するフローチャートである。

【図4】実施形態における消費電流削減制御ルーチンを説明するフローチャートである。

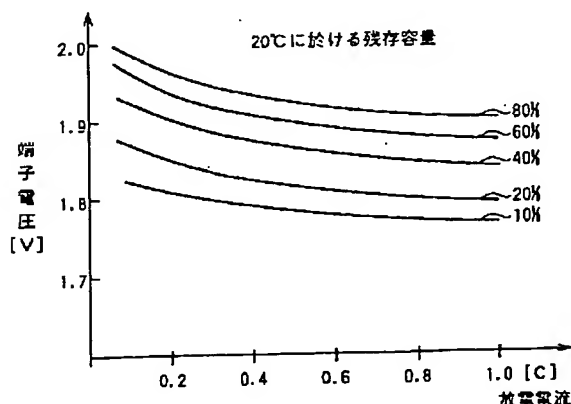
【図5】実施形態における排気弁休止制御ルーチンを説明するフローチャートである。

【図6】実施形態における吸気弁休止制御ルーチンを説明するフローチャートである。

【図7】実施形態における気筒休止制御ルーチンを説明するフローチャートである。

【図8】鉛電池のセル当たりの端子電圧及び放電電流(公称容量Cで正規化)による残存容量マップの例である。

【図8】



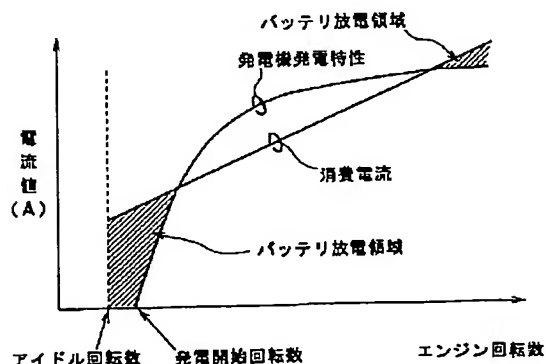
【図9】鉛蓄電池の電解液比重 ρ から残存容量を求めるグラフの例である。

【図10】エンジン回転数に対する発電電流及び消費電流の特性を説明する図である。

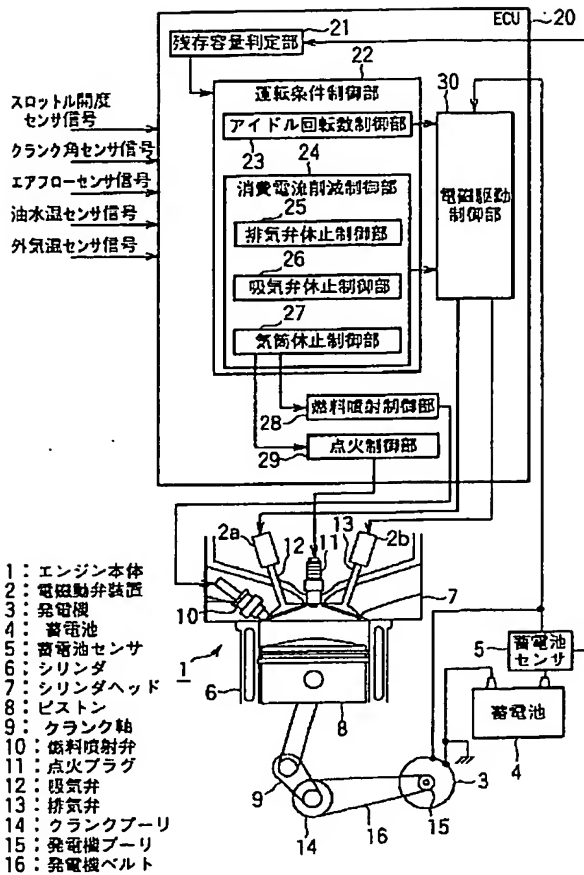
【符号の説明】

- 1 エンジン本体
- 2 電磁動弁装置
- 3 発電機
- 4 蓄電池
- 5 蓄電池センサ
- 6 シリンダ
- 7 シリンダヘッド
- 8 ピストン
- 9 クランク軸
- 10 燃料噴射弁
- 11 点火プラグ
- 12 吸気弁
- 13 排気弁
- 14 クランクプーリ
- 15 発電機プーリ
- 16 発電機ベルト
- 20 ECU
- 21 残存容量判定部
- 22 運転条件制御部
- 23 アイドル回転数制御部
- 24 消費電流削減制御部
- 25 排気弁休止制御部
- 26 吸気弁休止制御部
- 27 気筒休止制御部
- 28 燃料噴射制御部
- 29 点火制御部
- 30 電磁駆動制御部

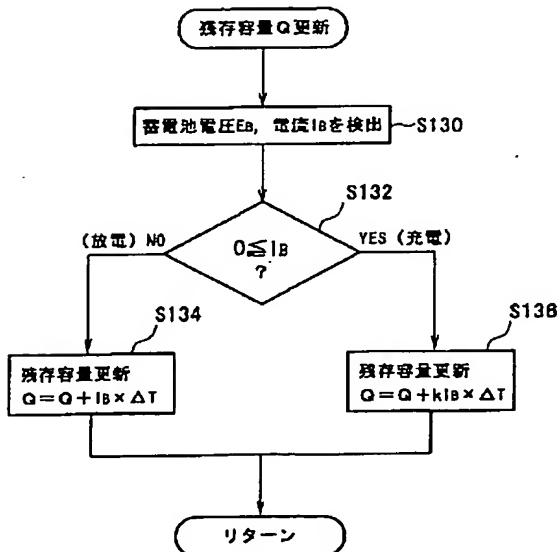
【図10】



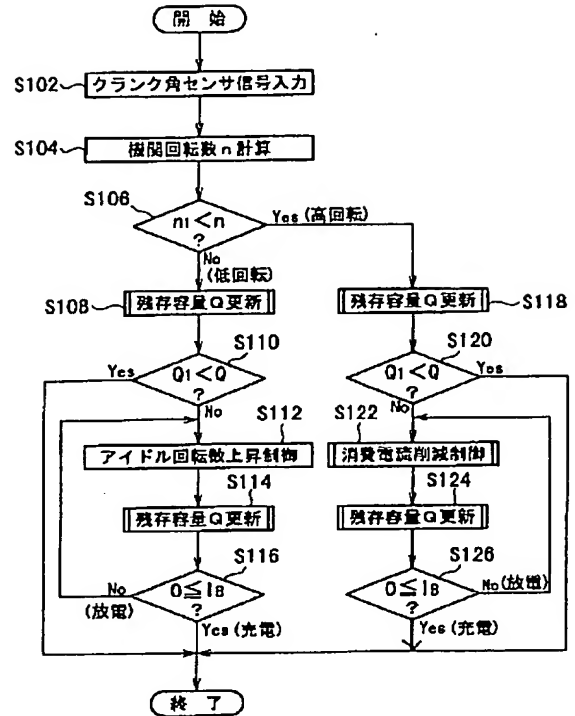
【図 1】



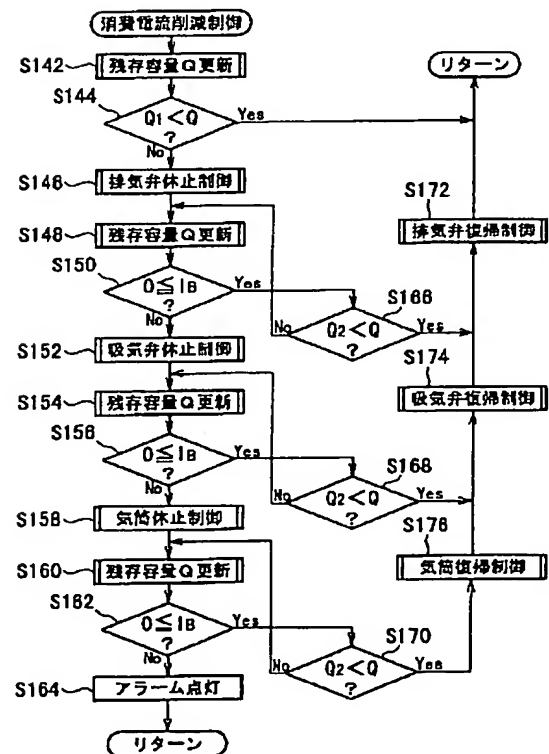
【図 3】



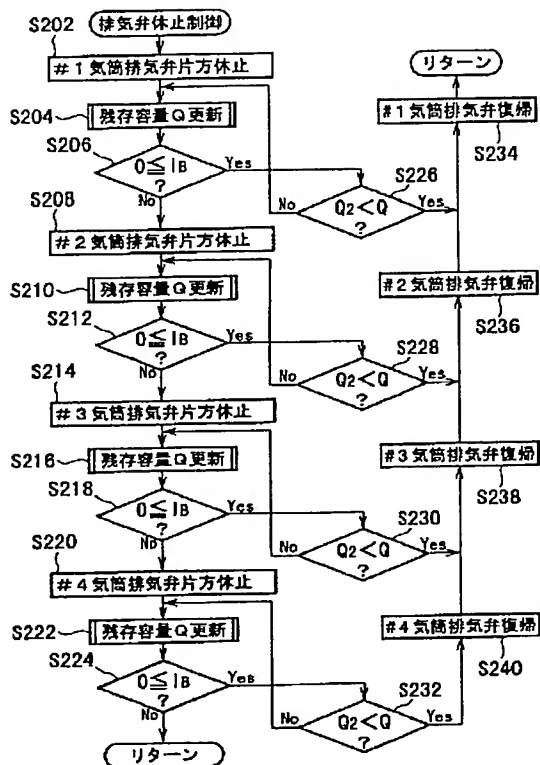
【図 2】



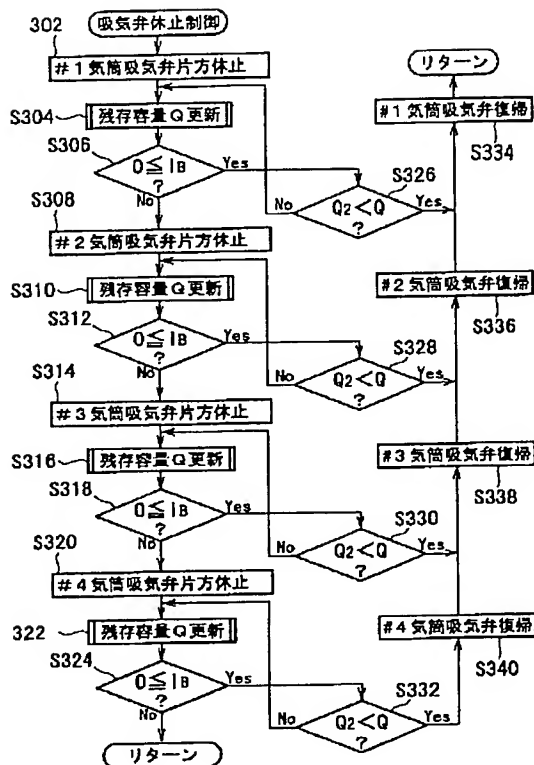
【図 4】



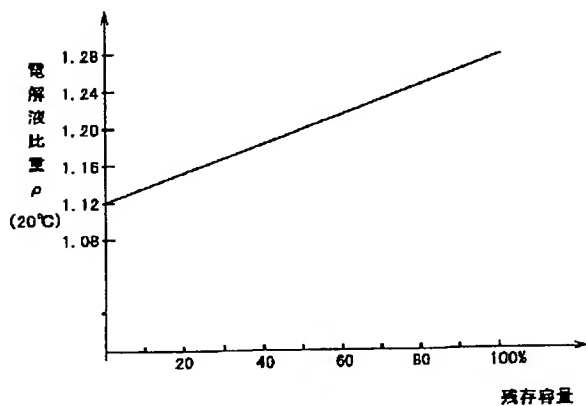
【図 5】



【図 6】



【図 9】



F ターム(参考) 3G018 AA05 CA11 EA11 EA17 EA33
FA06 FA07 FA11 GA11 GA37
3G084 BA05 BA13 BA16 BA23 BA34
CA03 CA09 DA00 DA09 DA13
DA27 EA07 EA11 EB09 EB12
EC01 FA02 FA03 FA07 FA20
FA33 FA38
3G092 AA11 AA14 BA10 BB10 CA05
CB02 DA01 DA02 DA07 DC03
DG02 DG09 EA01 EA02 EA08
EA12 EA14 EB03 FA32 FB06
GA17 GA18 HA01Z HA06X
HA06Z HA13X HE01Y HE01Z
HE03Z HE06X HE08Z HF02X
HF02Z
3G301 HA01 HA19 JA03 KA04 LA01
LB01 MA11 ND03 PE09A
PG01Z